

Antti Berg

Ilmanvaihdon korjausvelka Järvi-Saimaan Palveluiden pilottikohteissa

Opinnäytetyö
Talotekniikan koulutusohjelma

2017



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Antti Berg	Insinööri (AMK)	Huhtikuu 2017
Opinnäytetyön nimi Ilmanvaihdon korjausvelka Järvi-Saimaan Palveluiden pilotti-kohteissa.		39 sivua 2 liitesivua
Toimeksiantaja Järvi-Saimaan Palvelut Oy		
Ohjaaja Johanna Arola		
Tiivistelmä <p>Järvi-Saimaan Palvelut Oy:lle tehdyssä tutkimuksessa tavoitteena oli tutkia Juvan ja Rantasalmen kuntien virastorakennuksien ilmanvaihtojärjestelmien korjaustarvetta korjausvelan laskentakaavoilla ja samalla tutkia korjausvelkalaskelmien käytettävyyttä ilmanvaihtojärjestelmien osalta.</p> <p>Puutteet kunnossapidossa ja korjauksissa ovat saaneet Suomen rakennuskantaan kertymään suuren määrän korjausvelkaa. Täällä hetkellä korjausvelka kasvaa 100 miljoonalla eurolla vuodessa. Kuntien rakennuskannan ollessa peräisin pääosin 60- ja 70-luvuilta alkavat rakennukset olla peruskorjauksissa.</p> <p>Ilmanvaihtojärjestelmä on tärkeä osa rakennusta. Ilmanvaihtojärjestelmän tärkein tehtävä on hyvän sisäilmaston ylläpitäminen. Ongelmat sisäilmastossa voivat tuottaa terveydellistä sekä taloudellista haittaa.</p> <p>Juvan kunnanvirasto on rakennettu vuonna 1980 ja Rantasalmen kunnantalo vuonna 1954. Rantasalmella ilmanvaihtojärjestelmät on uusittu vuonna 1990, Juvan järjestelmät ovat alkuperäiset. Molemmissa kohteissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Kohteisiin on lähiuosina lisätty automatiikkaa.</p> <p>Laskennassa käytettiin kiinteistöjen arvo -menetelmän kaavoja sekä Trelum Consultingilta saatuja kaavoja. Tekninen arvo määriteltiin tekemällä uudishintalaskelmat rakennusosa-arviolla sekä nykyhintamenetelmällä. Kohteissa tehtiin visuaalinen järjestelmien tarkastelu, jonka pohjalta määriteltiin laitteistolle kuntoluokka. Kuntoluokan määrittämiseen käytettiin myös apuna Mikkelin ammattikorkeakoulun oppilaitten vuonna 2015 tekemiä sisäilmastotutkimuksia.</p> <p>Korjausvelkalaskennassa aikaansaadut tulokset vaihtelivat Juvan kohteessa n. 1,2 miljoonasta eurosta 130 000 euroon. Rantasalmen tulokset vaihtelivat 866 700 eurosta 66 700 euroon. Tutkimuksessa selvisi, että korjausvelkalaskelmat sopivat paremmin monimutkaisten kohteiden, kuten kokonaisten rakennusten laskentaan, joissa osat kuluvat eri tahtia.</p>		
Asiasanat korjausvelka, kunnostustarve, ilmanvaihtojärjestelmät, kuntoarvio, kunnantalot		

Author (authors)	Degree	Time
Antti Berg	Bachelor of Engineering	April 2017
Thesis Title		39 pages 2 pages of appendices
Maintenance backlog of ventilation systems in pilot targets of Järvi-Saimaan Palvelut LTD		
Commissioned by		
Järvi-Saimaan Palvelut LTD		
Supervisor		
Johanna Arola		
Abstract		
<p>In the study made for Järvi-Saimaan Palvelut LTD Maintenance Services, the main objective was to research the need for renewal of the ventilation systems in the municipal halls of Juva and Rantasalmi, with the formulas of maintenance backlog and also to examine the applicability of these formulas for ventilation systems.</p> <p>The lack of maintenance and repair has have created a substantial amount of maintenance backlog into the Finnish building stock. At the moment the maintenance backlog grows by approximately 100 million euros every year. Most of the municipal building stock was built in the 1960's and 70's and is starting to be in the need for complete renovation.</p> <p>The ventilation system is a crucial part of a building. The prime objective for the ventilation system is to keep the indoor climate in good condition. Problems in the indoor climate can result in health and financial drawbacks.</p> <p>The municipal hall in Juva was built in 1980 and the one in Rantasalmi in 1954. In Rantasalmi the ventilation units were renewed in 1990. The units in Juva are original from the year they were installed. Both municipal halls have mechanical supply and exhaust air systems with some automation added later on.</p> <p>The Value Of Property method formulas and formulas obtained from Trellum Consulting were used in the calculations. The technical value was determined by calculating the cost of a new system by structural part estimate and by the present-day method. The condition of the systems was mainly determined by a visual inspection. The indoor climate studies by Mikkeli UAS were also used to determine the condition of the systems.</p> <p>The resulting values from the calculations varied substantially: In Juva from 1,2 million euros to 130 000 euros and in Rantasalmi from 866 700€ to 66 700€. The conclusion is that the formulas of maintenance backlog are better suited for intricate targets, such as calculating an entire building, which has parts that wear down at different rates.</p>		
Keywords		
maintenance backlog, need for renewal, ventilation systems, condition assessment, municipal halls		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	RAKENNUSTEN ILMANVAIHTO	10
2.1	Yleistä	10
2.2	Sisäilmasto	10
2.3	Epäpuhtaudet	11
2.4	Huonojen sisäilmaolosuhteiden seurakset	11
2.5	Järjestelmän puhtaus	13
2.6	Huolto ja kunnossapito	14
2.7	Ilmanvaihdon vaatimukset	14
2.7.1	Asetetut vaatimukset	15
2.7.2	Ilmamäärien määräytyminen	16
3	KORJAUSVELAN ARVIOINTIIN KÄYTETTYJÄ MENETELMIÄ	16
3.1	Tausta	16
3.2	Laskenta	18
3.3	Kuluva ja kulumaton osuus	18
3.4	Kunkor-menetelmä	19
3.5	Kiinteistöjen arvo -menetelmä	19
3.6	Trellum Consulting Oy:n -menetelmä	19
3.7	Tekninen arvo	20
3.7.1	Nykyhinta-menetelmä	20
3.7.2	Kiinteistöjen arvo -laskentamenetelmä	21
3.8	Jälleenhankinta- tai uudisarvo	22
3.9	Kunto	22
4	MENETELMÄ	24
4.1	Tutkitut rakennukset	24

4.2	Kohteiden kunto.....	24
4.3	Juvan kunnanvirastotalo	25
4.3.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	25
4.3.2	Sisäilmastotutkimus	26
4.4	Rantasalmen kunnantalo	26
4.4.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	26
4.4.2	Sisäilmastotutkimus	27
4.5	Korjausvelan laskelma.....	27
5	LASKENNASSA AIKAANSAADUT TULOKSET	27
5.1	Juvan kunnanvirasto.....	28
5.1.1	Uudishankintahinnan määrittäminen	28
5.1.2	Kuluvien ja kulumattomien osien suhde	29
5.1.3	Tekninen arvo	29
5.1.4	Korjausvelka.....	29
5.1.5	Teknisen arvon laskeminen nykyhinta-menetelmällä	30
5.1.6	Korjausvelka kuntotutkimuksen avulla	30
5.2	Rantasalmen kunnantalo	31
5.2.1	Uudishankintahinnan määrittäminen	31
5.2.2	Kuluvien ja kulumattomien osien suhde	31
5.2.3	Tekninen arvo	31
5.2.4	Korjausvelka.....	32
5.2.5	Nykyhinta-menetelmällä teknisen arvon ja korjausvelan laskeminen.....	32
5.2.6	Korjausvelka kuntotutkimuksen avulla	33
5.3	Korjausvelkalaskelmien käyttö.....	33
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	34
6.1	Luotettavuus	35
6.2	Jatkokehitysideoita	35

6.3 Toimenpide-ehdotukset	35
LÄHTEET.....	36

LIITTEET

Liite 1. Juvan virastotalon ilmanvaihtojärjestelmän jälleenhankintalaskelma.

Liite 2. Rantasalmen kunnanvirastotalon ilmavaihtojärjestelmän jälleenhankintalaskelma.

KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT

Ilmanvaihto

Koneellisesti tai painovoimallisesti ilman siirtämistä rakennukseen ja siitä ulos.

nykyarvo -menetelmä

Kiinteistöjen nykyarvo -menetelmässä kiinteistön arvon selvittämiseksi käytetään Haahtelan teoksessa Talonrakennuksen kustannustieto löytyvää taulukkoa.

Korjausvastuu

Korjausvastuu on rahamäärä kuinka paljon täytyisi sijoittaa, että laitteisto olisi uutta vastaavassa kunnossa.

Korjausvelan optimitaso

Korjausvelan optimitasolla tarkoitetaan 75 prosenttia laitteiston alkuperäisestä kunnosta.

Korjausvelka

Korjausvelka on kohteen teknisen arvon ja optimitason erotus.

Kunkor-malli

Kuntaliiton kehittämä laskentamalli, jolla on pyritty auttamaan kuntia rakennus- ja ylläpidon hallinnassa ja siihen liittyvässä päätöksenteossa.

Kuntoluokka

Voidaan määritellä rakennukselle visuaalisesti tai laskennallisesti teknisen- ja jälleenhankinta-arvon suhteella.

Peruskorjaus

Peruskorjauksella tarkoitetaan korjausta, jolla nostetaan laitteiston kunto 90 prosenttiin alkuperäisestä kunnosta.

Perusparannus

Perusparannuksella tarkoitetaan korjausta, jolla nostetaan tavoitekunto 120 prosenttiin alkuperäisestä kunnosta. Tämä saadaan aikaiseksi käyttämällä kehittyneempää tekniikkaa, kuin rakennushetkellä oli mahdollista käyttää.

Tekninen arvo

Tekninen arvo on rakennuksen tämän hetkinen taloudellinen arvo.

Uudishankintahintalaskelma

Uudishankintahintalaskelmat toteutetaan laskemalla järjestelmän rakentamiseen kuluneet osat sekä työt yhteen. Arvot näille löytyvät Haahtelan Talonrakennuksen kustannustieto teoksesta.

1 JOHDANTO

Suomalainen rakennuskanta alkaa olla suurelta osin peruskorjausiässä /1, s. 11/. Kunnossapidon ja korjaustoiminnan vajaavaisuudet ovat johtaneet korjausvelan tasaiseen kasvuun /2/. Vuoden 2015 Rakennetun omaisuuden tila -raportissa arvioidaan, että nykyrahoitustasoon täytyisi lisätä 100 miljoonaa euroa vuodessa, jotta korjausvelan kasvaminen pysähtyisi. Lisäämällä rahoitukseen 300 miljoonaa euroa korjausvelka saataisiin karsittua lähes kokonaan vuoteen 2027 mennessä. Nykyrahoituksella korjausvelka kasvaa miljardilla eurolla kymmenessä vuodessa. /1, s. 20./

Kuntien omistamista kiinteistöistä valtaosa on rakennettu 60- ja 70-luvuilla. Monet kyseisen aikakauden rakentamismenetelmistä on todistettu riskirakenteiksi. Kiinteistön oleminen teknisen käyttöiän lopulla ja riskirakenteet ovat osallisia kuntien merkittäviin sisäilma- ja kosteusongelmiin. Tiukalla budjetilla sinnittelevä kunta joutuu korjaus- ja saneeraushankkeissa valitsemaan edullisimman tarjouksen. Kiireessä edullisesti tehty urakka voi johtaa laiminlyönteihin rakentamisprosessissa ja siten edistää erilaisten ongelmien syntymistä myöhemmin rakennuksen elinkaareissa. Vaikka tieto suunnitelmallisesta kiinteistön pidosta ja ongelmista on parantunut, kuntien päätöksenteko ei aina tue ennakoivaa ja suunnitelmallista kiinteistön korjauksiin panostamista. Kuntalaisille tulisi varmasti halvemmaksi panostaa elinkaariajatteluun ja ennakoivaan kunnossapitoon. /1, s. 15./

Järvi-Saimaan Palvelut Oy vastaa pääasiallisesti Juvan, Rantasalmen ja Sulkan kuntien teknisistä toimista, kuten muun muassa kiinteistöjenhoidosta ja rakennuttamisesta. Juvan kunnan puolesta Järvi-Saimaan Palvelut Oy huolehtii 74 kiinteistöstä, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on yli 66 000 m². Järvi-Saimaan palvelut Oy tuottaa myös liikunta-, ruoka- ja siivouspalveluita sekä vesihuoltoa kuntien vesi- ja viemärlaitoksille. /3./

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia Järvi-Saimaan palveluiden pilottikohteiden ilmanvaihtojärjestelmien kuntoa ja käyttöarvoa soveltaen korjausvelan laskenta-kaavoja. Tavoitteena oli saada kuva kohteiden ilmanvaihtojärjestelmien kunnosta

sekä peruskorjaustarpeesta. Tutkimus toteutettiin soveltamalla olemassa olevia korjausvelan laskentakaavoja ilmanvaihtojärjestelmien tarpeisiin.

2 RAKENNUSTEN ILMANVAIHTO

2.1 Yleistä

Ihmiset kuluttavat ajastaan nykyään 80 - 90% sisällä ja hengittävät päivässä 15 000 litraa ilmaa. Täten on tärkeää, että ilma, jota hengitämme sisätiloissa ollessamme, on terveellistä. Tärkeä osa kunnollisen sisäilmaston tuottamisessa on toimivalla ilmanvaihdolla. /4, s. 12./

Ilmanvaihtojärjestelmät voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan, koneellisesti ja painovoimaisesti toimiviin. Koneellisesti toimivat ilmanvaihtojärjestelmät voidaan jakaa vielä järjestelmiin, joissa on koneellinen poisto tai koneellinen tulo ja poisto.

Ilmanvaihdon ensisijainen tehtävä on poistaa rakennuksesta epäpuhtauksia, kuten hiilidioksidia sekä tuoda tilalle puhdasta ilmaa. Puhdas hengitysilma on tärkeää ihmisen hyvinvoinnin kannalta. /5./ Ilmanvaihdolla pyritään myös vaikuttamaan lämpöoloihin rakennuksessa. Rakennuksessa syntyy lämpökuormia aurinkosta, ihmisistä ja sähkölaitteista. Näiden vaikutuksesta huoneiden lämpötila voi päästä nousemaan liian korkeaksi. /6, s. 182./ Liian korkeana voidaan pitää lämpötilaa, joka vaatii erillistä jäähdytystä. Rakennusmääräyskokoelman osan D3 mukaan toimistotiloille jäähdytysraja on 25 °C. /7, s. 18./

2.2 Sisäilmasto

Ilmanvaihdon tarve perustuu hyvän sisäilmaston ylläpitämiseen. Sisäilma on parhaimmillaan hajutonta ja terveydelle harmitonta. Nykyään puhdas sisäilma kuuluu jo elämisen peruslaatuun. /8, s. 19./

Sisäilmasto koostuu kahdesta osa-alueesta: lämpötilaoloista ja sisäilman laadusta. Ilmanvaihdolla pyritään vaikuttamaan molempiin osa-alueisiin. /4, s. 11./

Puutteet sekä ongelmat sisäilmassa aiheuttavat viihtyvyyden laskua, terveyshaittoja sekä työtehon pienenemistä. Ihmisten toleranssi sisäilmaston ongelmiin vaihtelee yksilöittäin. Jotkut ihmiset saattavat työpaikoillaan kestää sisäilmaongelmia hyvän palkan ja mukavan työyhteisön vuoksi. /6, s. 11-12./

2.3 Epäpuhtaudet

Epäpuhtauksia sisäilmaan leviää ihmistä, ulkoilmasta tai jostain tilan käyttöön liittyvästä toiminnasta. Hiilidioksidia ulkoilmassa on noin 400 ppm, mutta sisätiloissa ihminen tuottaa hiilidioksidia hengityksensä kautta. Ulkoilmasta kulkeutuu sisälle muun muassa otsonia, typpioksideja ja pienhiukkasia. /9, s. 22-23./ Tulisijan virheellisestä käytöstä sisäilmaan leviää hiilidioksidia, hiilimonoksidia ja typpioksidia /8, s. 30-31/. Tupakointi tuottaa ilmaan tuhansia yhdisteitä, yli 100 niistä on epäterveellisiä ja yli 40 syöpää aiheuttavia /9, s. 29/. Radon on radioaktiivinen jalkaasu, joka kulkeutuu sisäilmaan rakenteiden läpi, rakennusmateriaaleissa ja porakaivoveden mukana. Radon on pääasiallisesti peräisin maaperästä ja sitä syntyy radiumin hajotessa. Suomalaisten saamasta säteilystä 60-80% on peräisin radonista. /9, s. 23-24./ Epäpuhtauksia sisäilmaan voi myös levittää rakennus – ja sisustusmateriaaleista. Joissakin tapauksissa on mahdollista, että niihin absorboituu epäpuhtauksia, jotka pääsevät myöhemmin vapaaksi huonontamaan sisäilman laatua. Absorboitumisesta ja vapautumisesta hyvä esimerkki on tupakan savu. Savun kiinteät ja nestemäiset osat tarttuvat huonetilan pinnoille, josta ne vapautuvat hitaasti ja tuottavat epämiellyttävää hajua. /6, s. 25-28./

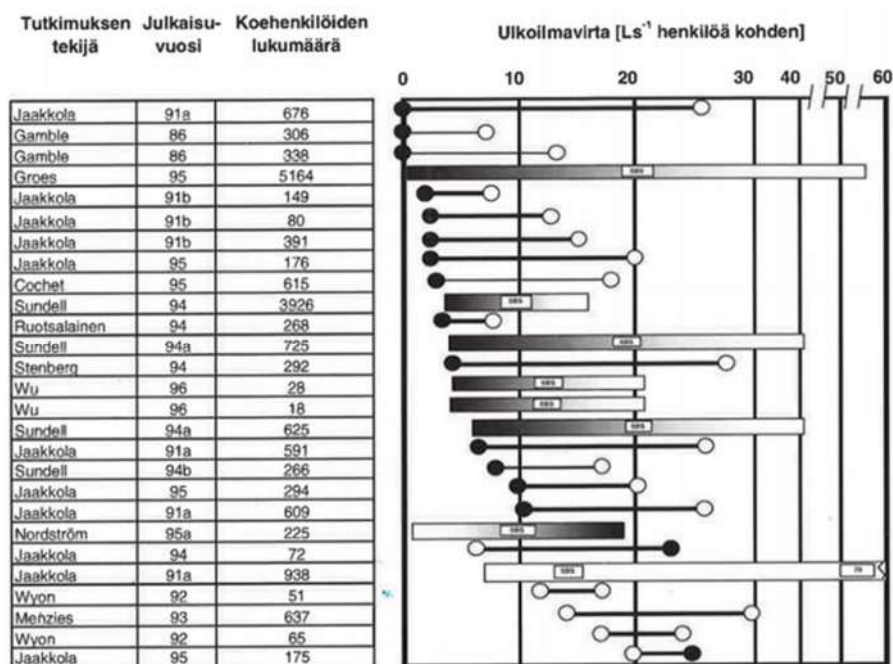
2.4 Huonojen sisäilmaolosuhteiden seurakset

Monilla tarttuvilla hengityselinten sairauksilla, kuten nuhakuumeella ja influenssalla, on havaittu yhteys vallitsevaan sisäympäristöön. Hengitysteiden sairauksiin vaikuttaa myös ilmanvaihdon suuruus sekä henkilötiheys tiloissa. Sairaspoissaolojen määrä kasvaa, kun ilmanvaihto on pienempi kuin $10 (dm^3/s)/hlö$. Tutkimusten perusteella ilmanvaihdon kasvattaminen $20 (dm^3/s)/hlö$ saakka paransi sisäilmaa ja pienensi sairusrakennusoireiden esiintymistä. Ilmanvaihtoa tehostettaessa $25 (dm^3/s)/hlö$ asti ilmeni tutkimuksissa annos-vaste -yhteys, joka tar-

koittaa, että sairusrakennusoireet vähenivät ilmavirran suuretessa. Sama huomaattiin tutkimuksissa, joissa mitattiin hiilidioksidipitoisuutta. Sairusrakennusoireiden määrä väheni, kun ilmanhiilidioksidipitoisuus laski aina 800 ppm pitoisuuteen asti. /9, s. 36-37./ Kuvassa 1 on havainoillistettu ilmavirtojen vaikutusta sairusrakennusoireisiin. Mitä tummempi pallo tai palkin osa, sitä enemmän on havaittu siinä tutkimuksessa haitallisia terveysvaikutuksia /9, s.37/.

World Health Organisationin mukaan sairusrakennusoireet näkyvät muun muassa ihossa kutinana, kuivuutena ja punaläikkäisyytenä. Sairusrakennusoireet ilmenevät myös käheänä äänenä, päänsärkynä, henkisenä väsymisenä, pahoinvointina, huimauksena, limakalvojen kuivuutena, silmien oireina sekä ylähengitysteiden oireina, kuten nenän, kurkun ja nielun ärsytysoireina. /9, s. 36./

Astma ja allergiat eivät ole välttämättä sisäympäristöstä johtuvia, mutta usein niiden oireet ovat. Sisäilman allergeenit voivat laukaista allergian tai astman oireet. Astman oireita saattaa pahentaa tulehduksia aiheuttavat virukset, joihin pystytään vaikuttamaan ilmastoinnilla /9, s. 37./ Hyvällä sisäilmalla on huomattu olevan vaikutus myös työsuoritukseen. Jokainen 10 % muutos tyytyväisyydessä sisäilman laatuun paransi työsuoritusta 1,5 % /9, s. 38./



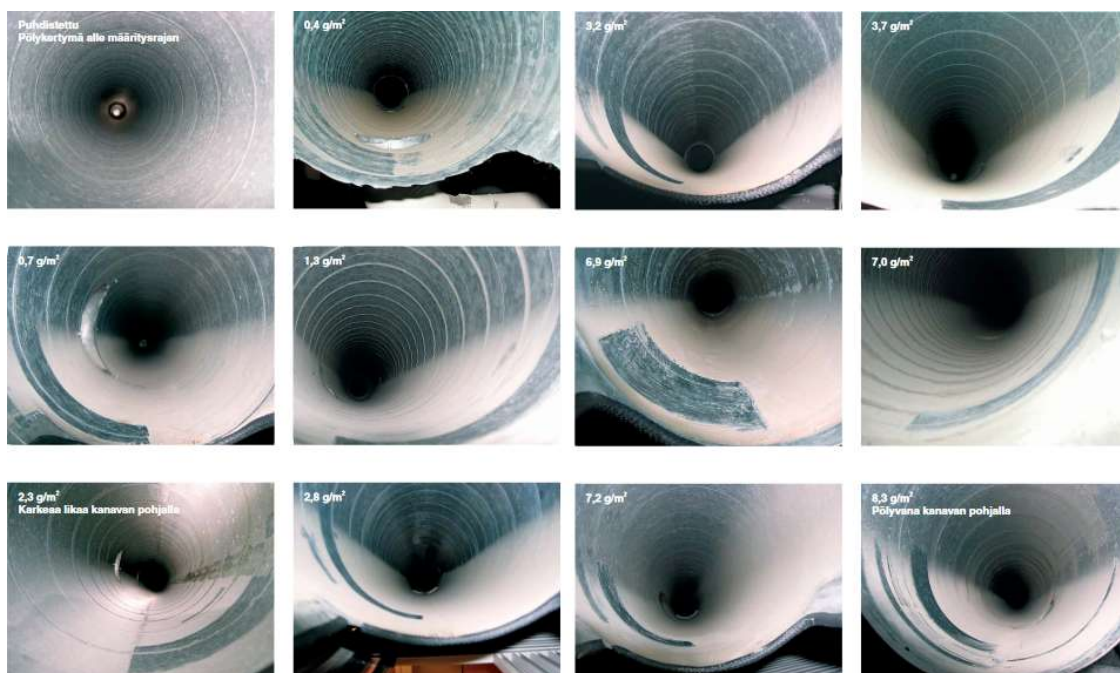
Kuva 1. Tutkimusten vertailu sairusrakennusoireiden esiintyvyyttä eri ilmavirroilla. /9, s.37/

2.5 Järjestelmän puhtaus

Ilmanvaihtokavien puhtaus vaikuttaa ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuteen, hygieniaan, paloturvallisuuteen ja energiankulutukseen. Runsaat rasva- ja pölypitoisuudet voivat aiheuttaa paloturvallisuusriskin. /10, s. 116./

Aiemmin voimassa ollut sisäasiainministeriön asetus 802/2001 määritteli eri käyttötarkoituksessa oleville kanaville puhdistusten välisiä aikoja. Vuoden välein pitäisi puhdistaa ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot, jotka muun muassa palvelevat ammattikeittiöitä sekä muita tiloja, missä kanavistoihin kerääntyy paljon herkästi paloa levittäviä aineita. Viiden vuoden välein täytyy kanavistot ja laitteistot puhdistaa vanhainkodeista, sairaaloista, kouluista, hotelleista ja ravintoloista. toimisto- sekä asuinrakennuksien ilmanvaihtokanavien ja laitteiden puhdistamisesta ei määritelty tarkemmin mitään. /10, s. 116./ Sisäilmastoluokitus 2008:n mukaan pölykertymä tuloilmakanavissa ei voi olla enempää kuin 2 g/m² puhtausluokassa P1 ja 5 g/m² luokassa P2 suodatinkeräysmenetelmällä tutkittuna /4, s.30/.

Puhtauden tarkastaminen toteutetaan ensisijaisesti visuaalisesti. Apuna käytetään kuvassa 2 esitettyä visuaalista puhtausasteikkoa. Visuaalisen tutkimuksen ollessa riittämätön turvaudutaan kvantitatiivisiin menetelmiin. Suodatinkeräysmenetelmässä rajatulta kanavan alueelta imetään suodattimeen pölyä, jonka jälkeen suodatin punnitaan. Geeli- ja tarrateippauksella teippien liimapinnalla otetaan talteen pölyä kanavasta, jonka jälkeen tarrateippi punnitaan ja geeliteippi tutkitaan optisesti. Teippausmenetelmät eivät sovi erittäin pölyisille pinnoille niiden huonon pölynsitomiskyvyn takia. Teippausmenetelmät sopivatkin paremmin laadunvarmistamiseen puhdistustyön yhteydessä. /4, s.31./



Kuva 2. Visuaalinen puhtausasteikko käytössä oleville tuloilmakanaville

2.6 Huolto ja kunnossapito

Järjestelmällisen huoltamisen ja kunnossapitämisen hyödyt ilmenevät parhaiten järjestelmän energiankäytössä ja sisäilmastossa, jota järjestelmä palvelee. Molemmat vaikuttavat myöskin positiivisesti rakennuksen arvoon ja käyttötalouteen. Vaihtoehtona järjestelmälliseen huoltamiseen ja kunnossapitämiseen on ongelmien jälkeen tehtävä korjaus. /11, s. 40./

Lämmityksen, sähkön ja veden kulutusseurantojen avulla pystytään huomaamaan muutokset ja reagoimaan nopeammin mahdollisiin vikoihin. Järjestelmällinen ilmanvaihtojärjestelmän kunnossapito ja huolto on olennaista hyvän energiatehokkuuden sekä sisäilmaston ylläpitämisessä. Vaikka kunnossapidon ja huollon kustannukset voivat olla samassa luokassa korjauskulujen kanssa, suunnitelmallisella kunnossapidolla voidaan ehkäistä suuri osa seurannaiskustannuksista. Näitä ovat esimerkiksi vuokratulojen menettäminen. /11, s. 40./

2.7 Ilmanvaihdon vaatimukset

Ensisijainen ohje ilmanvaihdon suunnittelulle on rakennusmääräyskokoelman osa D2, joka asettaa perusvaatimukset ilmastoinnille. Sisäilmastoluokitus 2008

avulla päästään taas parempiin sisäilmastoluokkiin /12, s. 14/. Taulukossa 1 on kuvattu rakennusmääräyskokoelman määräävät ilmavirrat sekä eri sisäilmastoluokkien vaativat ilmavirrat.

2.7.1 Asetetut vaatimukset

Yleisesti ilmavirran määrä käytössä olevassa huonetilassa täytyisi olla vähintään $4 \text{ (dm}^3/\text{s)}/\text{hlö}$. Haluttaessa ilmanvaihdon olevan hajuton ja hyvä, ilmavirran täytyisi olla vähintään $8 \text{ (dm}^3/\text{s)}/\text{hlö}$ /13, s. 65./ Tutkimusten mukaan toimistorakennuksissa paras ilmavirran määrä viihtyvyyden kannalta on $20 - 25 \text{ (dm}^3/\text{s)}/\text{hlö}$, joka on noin $1-2 \text{ (dm}^3/\text{s)}/\text{m}^2$ /9, s. 38/.

Taulukko 1. Ulkoilmavirrat toimistorakennuksissa /12, s. 14/

Huoneiden- ilmavirrat (tulo)	Sisäilmastoluokitus 2008			D2	
	S1	S2	S3		
	$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$	$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$	$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$	$\text{dm}^3/\text{s,m}^2$	$\text{dm}^3/\text{s,hlö}$
Toimitila	16	13	6	1,5	-
Neuvottelu- huone	12	9	8	4	8
Taukotila/ kahvio	11	8	5*	-	5
Käytävä	0,5*	0,5*	0,5*	-	0,5
* = $\text{dm}^3/\text{s,m}^2$					

Rakennuksessa normaalitilanteessa sopiva ilmanvaihtuvuus on $0,5 \text{ 1/h}$. Tehostetussa ilmanvaihdossa, kuten ruuanlaittamisen aikana $1,0 \text{ 1/h}$ on parempi vaihtoehto. Rakennuksen ollessa tyhjänä käyttäjistä $0,25 \text{ 1/h}$ on riittävä ilmanvaihtokerroin. /13, s.65./

Rakennusmääräyskokoelman osassa D2 on määritelty myös hiilidioksille maksimirajaksi 1200 ppm käytön aikana sekä normaaleissa sääoloissa. Muista epäpuhtauksista rajoja määritellään ammoniakille, asbestille, formaldehydille, hiilimonoksidille, PM10-kokoisille hiukkasille, radonille sekä styreenille. /14, s.7./

2.7.2 Ilmamäärien määräytyminen

Ilmanvaihdon ensisijainen tehtävä on poistaa sisäilmasta epäpuhtauksia, joten ilmavirrat suunnitellaan niin, että ne riittävät poistamaan suurimmasta epäpuhtauslähteestä peräisin olevat päästöt. Ihmisen tarvitsema hapen määrä on erittäin pieni. Tunne hapen loppumisesta huoneilmasta johtuukin yleensä kuumuudesta ja ilman epäpuhtauksista, vaikkapa suuren ihmismäärän aiheuttamana. Hiilidioksidipitoisuus hyvässä sisäilmassa on enimmillään 1000 ppm. /13, s.65./

3 KORJAUSVELAN ARVIOINTIIN KÄYTETTYJÄ MENETELMIÄ

3.1 Tausta

Suomessa korjausvelkaa vuoden 2011 rakennetun omaisuuden tila -raportin mukaan on koko rakennuskannassa 30 – 50 miljardia euroa, koko rakennuskannan arvon ollessa 360 miljardia euroa /15, s. 10/. Vuonna 2011 asuinrakennusten kulumisen kustannus oli 7,5 miljardia euroa. Korjauksia asuinrakennuksiin tehtiin samana vuonna 6,8 miljardilla eurolla. Tämä tarkoittaa, että asuinrakennuksissa korjausvelka lisääntyi 0,7 miljardia euroa. Tilanne muissa kuin asuinrakennuksissa on huonompi. Vuonna 2011 kulumisen kustannusten ollessa 6,3 miljardin euron luokkaa korjauksiin sijoitettiin vain 3,3 miljardia euroa. Tämä tarkoittaa 3 miljardin korjausvelan lisäystä. /2./

Kuvassa 3, joka on peräisin Trellumin vuoden 2015 korjausvelkaindeksiraportista huomataan, että tutkituista 15 kunnasta Helsingillä oli eniten korjausvelkaa 1,2 miljardilla eurolla. Mikkelissä korjausvelkaa oli 70,5 miljoonaa euroa. Pienin korjausvelka löytyy Rovaniemeltä 25,6 miljoonaa euroa. Suhteutettuna kiinteistöjen pinta-alaan Helsingissä on siltikin suurin korjausvelka 504 € / m² ja Vaasalla pienin 82 € / m². Mikkelissä korjausvelka suhteutettuna kiinteistöjen pinta-alaan oli 219 € / m². /16, s. 90./

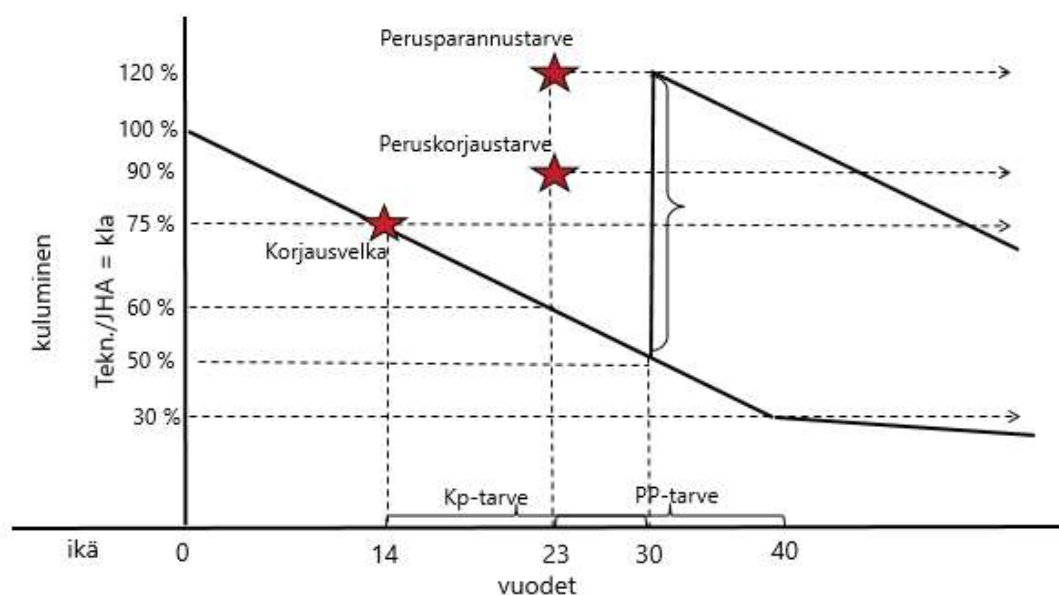
Kvelka 2015	m2	Korjausvelka €	kvelka €/m2
Helsinki	2 387 820	1 204 627 684	504
Espoo	761 737	123 426 403	162
Tampere	973 243	297 667 652	306
Vantaa	551 603	68 616 888	124
Oulu	778 102	96 995 833	125
Turku	724 749	198 558 513	274
Jyväskylä	438 350	81 078 447	185
Kuopio	469 967	57 518 930	122
Lahti	382 719	47 147 810	123
Joensuu	296 282	65 829 339	222
Vaasa	353 144	28 846 052	82
Rovaniemi	197 035	25 580 306	130
Mikkeli	322 094	70 547 618	219
Kotka	292 964	31 869 875	109
Porvoo	225 460	39 270 904	174
Yht/keskim.	9 155 269	2 437 582 252	266
Keskiarvo			191
Mediaani			162

Kuva 3. Korjausvelka eri kunnissa /16, s. 90/.

Korjausvelkalaskenta käy hyvin karkean luokan työkaluksi kiinteistöjen hallintaan. Sillä voidaan saada hyvä yleiskatsaus isonkin rakennuskannan kokonaistilanteesta. Se ei kuitenkaan välttämättä ole paras mahdollinen työkalu yksittäisten rakennusten kunnon ja korjaustarpeen arviointiin ilman erillisiä kuntoarvioita, -katselmuksia tai -tutkimuksia. /17, s. 49./

Kuvassa 4, joka on tehty Trellum Consulting Oy:n toimesta, ilmenee hyvin, mistä kaikki korjausvelan osa-alueet koostuvat. Sadasta prosentista lähtevä käyrä kuvaa rakennuksen kuntoa. Kunnon ollessa alle 75 %, alkaa korjausvelkaa kertymään. Kuvassa on myöskin havainnollistettu 30 vuoden kohdalla tehty perusrannus, jolla kunto on saatu nostettua 120 %. /7, s. 13./

Korjausvelka laskennassa lähdetään liikkeelle teknisen arvon selvittämällä. Tämä voidaan tehdä laskennallisesti tai kuntotarkastuksen avulla. Uudishinta eli jälleenhankintahinta voidaan arvioida myöskin laskennallisesti tai käyttää rakennuksen alkuperäistä hintaa. Hinta täytyy kuitenkin muuttaa vastaamaan nykyä kaa indeksimuutoksilla. /20, s.15-25./



Kuva 4. Korjausvelan kehittyminen Trellum /16, s. 13/

3.2 Laskenta

Korjausvelka pystytään laskemaan käyttämällä seuraavia kaavoja. Korjausvastuu on se rahamäärä, joka tulisi sijoittaa korjauksiin, jotta rakennus olisi uutta vastaavassa kunnossa. Korjausvelan kaavassa 2, luku 0,75 viittaa korjausvelan rakennusten kunnan optimitasoon. /18, s. 6./

$$\text{Korjausvastuu} = \text{Uudishankintahinta} - TNA \quad (1)$$

jossa TNA tekninen arvo [€]

$$\text{Korjausvelka} = \text{Korjausvastuu} * 0,75 \quad (2)$$

jossa $0,75$ korjausvelan optimitaso [%]

3.3 Kuluva ja kulumaton osuus

Ilmanvaihtokoneen osien keskimääräinen tekninen käyttöikä on vaikeassa rasitusluokassa 10-15 vuotta, normaalissa rasitusluokassa 20-25 vuotta ja kevyessä rasitusluokassa 30-40 vuotta. Ilmanvaihtokoneen ainoa kulumaton osa on äänen-

vaimennin. Kanavistoille ja päätelaitteille ei ole määritetty teknistä käyttöikää, joten niiden vaihtamistarve ei johdu kulumisesta, vaan ennemminkin järjestelmän tarpeen vaihtumisesta ja ei ole riippuvainen ilmanvaihtokoneen iästä. Kanavistot ja päätelaitteet eivät ole kuluvia osia. /19, s 23-26./

Rakennusautomaation osien, kuten valvomolaitteiden ja ohjelmistojen tekninen käyttöikä on 3-5 vuotta. Kenttälaitteille on määritetty tekniseksi käyttöiäksi 15 vuotta. Kaapeloinnilla ei ole teknistä käyttöikää, vaan se on riippuvainen järjestelmän iästä. /19, s. 32./

3.4 Kunkor-menetelmä

Kunkor-mallin kehitti VTT Suomen kuntaliitolle kuntien rakennetun omaisuuden hallintaa varten sekä helpottamaan siihen liittyvien operatiivisten ja strategisten päätösten tekemisestä. Perustuloksina kunkor-mallin kautta saadaan rakennuskannan ikärakenne, korjausvastuu, korjausvelka sekä perusrahoituksen tarve. /20, s. 3./ Kunkor-malli on tarkoitettu suurien rakennusjoukkojen käsittelyyn. Kunkor-mallilla voidaan arvioida kaikkien kuntien kiinteistöjen peruskorjaustarve. /20, s. 25./ Kunkor-mallissa rakennuksen kulumattoman osan arvona on käytetty 30 % koko rakennuksen uudishankinta arvosta /17, s.30/.

3.5 Kiinteistöjen arvo -menetelmä

Kiinteistöjen arvo -menetelmä on Helsingin kaupungin kiinteistöviraston kiinteistöjen kehittämissyksikön tuottama laskentamenetelmä. Kiinteistöjen arvo -menetelmässä on tähdätty yksinkertaisuuteen. Toinen asia, mihin on tässä laskentamenetelmässä pyritty on, että tekninen arvo ja korjausvastuu pystytään määrittämään mahdollisimman vähillä resursseilla sekä pienillä kustannuksilla ilman isoja kuntotutkimuksia. Laskentamenetelmä on tehty pääasiallisesti helpottamaan tilahallinnon ja omistajaohjauksen tehtäviä. /21, s. 6-7./

3.6 Trellum Consulting Oy:n -menetelmä

Trellum consulting oy:n laskentamenetelmien lähtökohtina käytetään jälleenhankinta-arvoa (uudisarvo), teknistä arvoa sekä rakennuksen kuntoluokkaa /22, s.

15/. Trellum Consulting Oy:n korjausvelkaindeksin laskuissa on käytetty 30 % kulumattomana osana jälleenhankinta-arvosta rakennuksissa /16, s. 9/.

Trellumin laskenta pohjautuu kaavaan:

$$TeknA = JHA * KLA \quad (3)$$

jossa	<i>TeknA</i>	tekninen arvo	[€]
	<i>JHA</i>	jälleenhankinta-arvo	[€]
	<i>KLA</i>	kuntoluokka	[%]

Kaavalla 4 pystytään määrittämään korjausvelka.

$$Korjausvelka = \sum_{i=1}^{n(Kla < 75\%)} ((JHA * 75 \%) - TeknA) \quad (4)$$

Kaavalla 4 pystytään myös laskemaan peruskorjaustarve ja perusparannustarve. Tämä toimii vaihtamalla kaavasta 75 % peruskorjaustarvetta varten 90 %:in tai perusparannustarvetta varten 120 %:in. /16, s.11./

3.7 Tekninen arvo

Tekninen arvo kuvaa kohteen tämänhetkistä taloudellista arvoa. Teknisen arvon määrittämiseen löytyy monta eri keinoa. Esimerkiksi seuraavissa kappaleissa esitetyt. Tekniseen arvoon vaikuttavat rakennukseen tehdyt korjaukset ja tekninen käyttöikä.

3.7.1 Nykyhinta-menetelmä

Teknisen arvon määrittämiseen nykyhinta-menetelmällä käytetään apuna Haahdelan teosta Talonrakennuksen kustannustieto 2012. Taulukossa 2 on jaettu rakennuksen kustannukset osiin. Taulukossa julkisten liikerakennusten koneellinen

ilmanvaihto vastaa 14 % koko rakennuksen uudishinnasta. 30 vuoden käytön jälkeen koneellinen ilmanvaihto vastaa 4 % rakennuksen uudishinnasta. /23, s. 185./

Taulukko 2. Rakennuksen nykyhintataulukko, julkiselle liikerakennukselle /23, s.185/

Rakennuksen osaryhmä	Rakennuksen osan ikä					Vaihtoehtoisesti kunto				
	uusi	10 v	20 v	30 v	50 v	hyvä	tyyd.	vält.	heikko	ei ole
Sisäpinnat	12 %	9 %	6 %	3 %		9 %	6 %	0 %	0 %	0 %
Kalusteet	6 %	5 %	3 %	2 %	1 %	5 %	3 %	1 %	0 %	0 %
Ikkunat	5 %	4 %	3 %	2 %	1 %	4 %	3 %	2 %	0 %	0 %
Ovet	3 %	3 %	2 %	1 %	0 %	3 %	2 %	1 %	0 %	0 %
Väliseinät	8 %	7 %	5 %	4 %	2 %	7 %	5 %	2 %	0 %	0 %
Vesi ja viemäri	5 %	5 %	4 %	3 %	1 %	5 %	4 %	2 %	0 %	0 %
Lämmitys	4 %	4 %	3 %	2 %	1 %	4 %	3 %	2 %	0 %	0 %
Koneellinen ilmanvaihto	14 %	13 %	9 %	4 %	1 %	13 %	9 %	1 %	0 %	0 %
Sähkö	10 %	9 %	7 %	4 %	1 %	9 %	7 %	1 %	0 %	0 %
Teletekniikka	2 %	1 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Ulkopinnat	11 %	10 %	8 %	5 %	2 %	10 %	8 %	3 %	0 %	0 %
Runko	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %	15 %	10 %	10 %	0 %
Yhteensä	100 %	90 %	70 %	50 %	30 %	90 %	65 %	25 %	10 %	0 %

3.7.2 Kiinteistöjen arvo -laskentamenetelmä

Tekninen arvo määritetään tässä laskentamenetelmässä kaavalla 5.

Mikäli rakennuksen ikä on pienempi tai yhtä suuri kuin rakennuksen käyttöikä.

Rakennuksen iän ylittäessä käyttöiän käytetään kaavaa 6.

$$TNA_{rakennus} = \left(\left(1 - \left(\frac{\text{Rakennuksen ikä}}{\text{Rakennuksen käyttöikä}} \right)^2 \right) Kuluvaosuus + kulumaton osuus \right) Uushankintahinta \quad (5)$$

$$TNA_{rakennus} = Kulumaton osuus * Uushankintahinta \quad (6)$$

Laskennassa korjausrakentamisen toimenpiteet täytyy ottaa huomioon. Korjauksen tekninen nykyarvo lasketaan kaavalla 7.

$$TNA_{korjaus_n} = \left(1 - \left(\frac{\text{Korjauksen ikä}}{\text{Korjauksen käyttöikä}} \right)^2 \right) \cdot \frac{\text{korjauksen uushankintahinta}}{\text{korjausvastuukerroin}} \quad (7)$$

Korjausvastuukerroin pitää sisällään purkukustannukset ja muut korjauksen hintaa uudisrakentamiseen verrattaessa nostavat tekijät. Korjausvastuukerroin sijoittuu yleensä välille 1,2 – 1,4 Oletuksena käytetään 1,2:ta, ellei ole tarkempaa tietoa saatavilla.

Korjauksen tekninen arvo lisätään rakennuksen tekniseen arvoon kaavalla 8 /21, s. 13-14/.

$$TNA = TNA_{Rakennus} + \sum_{n=1,2...k}^k TNA_{korjaus_n} \quad (8)$$

3.8 Jälleenhankinta- tai uudisarvo

Uudishinnalla tarkoitetaan hintaa, jolla voitaisiin rakentaa ominaisuuksiltaan samankaltainen rakennus samalle paikalle. Uudishinnan voi määrittää kaikille erilaisille rakennuksille. Jos kohteen hankintahintaa ei ole käytettävissä tai ei pystytä käyttämään tarjoushintaindeksiä, voidaan uudishankintahinta määrittää Haahtelän Talonrakennuksen kustannustieto teosta hyväksi käyttämällä. /23, s.47./

Kaavalla 9 saadaan selville uudishankintahinta tänä päivänä.

$$\text{Korjauksen hinta 2017} = \frac{THI_{2017}}{THI_{korjausvuosi}} * \text{uudishinta} \quad (9)$$

3.9 Kunto

Rakennus on valmistuessaan 100 % kunnossa. Ajan ja käytön myötä rakennuksen kunto lähtee laskemaan, jolloin kuntoluokka ja tekninen arvo rakennuksessa vähitellen laskee. /16, s. 9./ Laskennassa Kunkor-mallissa kunnan laskeminen on

suoraviivaista ja kiinteistöjen arvo menetelmässä se on parabolista käyrää mukai-
levaa /21, s. 7/.

Kuva 5 on peräisin teoksesta Kiinteistön kuntoarvio, jossa on muutettu rakennus-
tietokortti LVI 01-10424 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitokaksot hel-
pommin käytettävään taulukkoon.

21 213	LVI-perusjärjestelmät Ilmanvaihtojärjestelmät Koneellinen poistoilmanvaihto
Kunto- luokka	Kuvaus
5	<ul style="list-style-type: none"> – ei havaittuja ongelmia – korvausilman saanti varmistettu – kanavistot nuohottu viimeksi 10 vuoden kuluessa.
4	<ul style="list-style-type: none"> – poistoilmapuhaltimien ikä alle 20 vuotta – ei havaittuja ongelmia – kanavistot nuohottu, ilmavirrat säädetty 10 vuoden välein – laitteita ei tarvitse kunnostaa – lievää ongelmaa korvausilman saannin suhteen.
3	<ul style="list-style-type: none"> – ei havaittuja ongelmia – poistoilmapuhaltimia ei tarvitse uusida ainakaan 5 vuoteen – lievää ongelmaa korvausilman saannin suhteen.
2	<ul style="list-style-type: none"> – hormit ovat tiiviitä eikä niiden uusiminen ole tarpeellista ainakaan 10 vuoteen.
1	<ul style="list-style-type: none"> – hormien ja laitteiden uusiminen ajankohtainen 5 vuoden kuluessa.
Koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän käyttöiät <ul style="list-style-type: none"> – puhaltimet: uusiminen 10...40 vuoden kuluessa – kanavistot ja kanaviston varusteet: käyttöikä J (J = järjestelmän ikä) – päätelaitteet: käyttöikä J. 	

Kuva 5. Koneellisen poistoilmanvaihdon kuntoluokat /24, s.79/

Kuvassa 6 on Trellumilla muutettu sanalliset kuntoluokat prosenttiyksiköiksi. Kuntoluokkia on 5, kuten kuvassa 5.

< 50 %	rakennuksen kunto heikko
50 % - 60 %	rakennuksen kunto välttävä
60 % - 75 %	rakennuksen kunto tyydyttävä
75 % - 90 %	rakennuksen kunto hyvä
> 90 %	rakennuksen kunto erinomainen

Kuva 6. Trellumin kuntoluokat prosentteina /16, s. 10/

4 MENETELMÄ

4.1 Tutkitut rakennukset

Taulukossa 3 on perustietoja kohteista, joita on käytetty korjausvelkalaskennassa. Juvan kunnanviraston bruttoala on laskettu verrannolla. Verrannossa käytettiin arvoina kerrosalaa ja Rantasalmen tietoja. Jälleenhankintahinnat rakennuksille on toimitettu Järvi-Saimaan Palveluiden toimesta.

Taulukko 3. Kohteiden perustiedot /18, s. 3/

	Juvan Kunnanvirasto	Rantasalmen Kunnanvirasto
Valmistumisvuosi	1980	1954
Tilavuus	22 586 m ³	15 570 m ³
Bruttoala	8105* m ²	3985 m ²
Kerrosala	5549 m ²	2728 m ²
Jälleenhankintahinta	16 092 000 €	11 556 000 €
*= laskettu verrannolla		

4.2 Kohteiden kunto

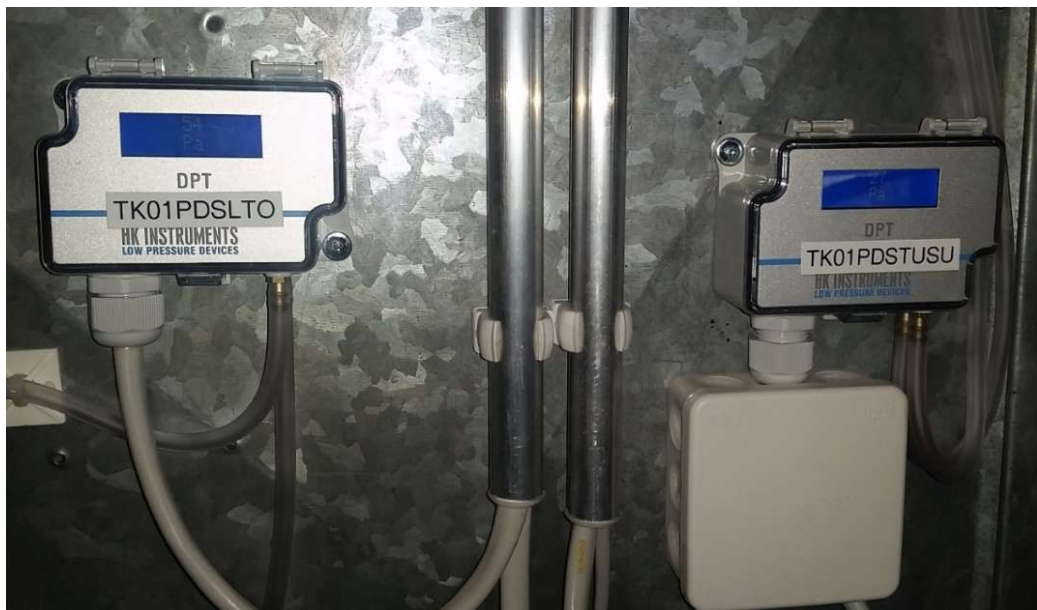
Kohteiden ilmanvaihtojärjestelmien kunnon arvioissa käytettiin hyväksi Mikkelin ammattikorkeakoulun 2015 tekemiä sisäilmastotutkimuksia. Järjestelmän kunnon selvittämiseksi tehtiin myös tarkastuskäynti kohteissa, jossa visuaalisesti tarkasteltiin järjestelmät. Rakennustieto Oy:n teoksesta Kiinteistön kuntoarvio puuttui koneellisen tulo ja poistoilmanvaihdon kuntoluokkien määrittelemisen /24, s.79/. Päädyin käyttämään koneellisen poistoilmanvaihdon kuntoluokka-arviointia. Kuntoluokka määriteltiin kuvan 5 mukaan. /24, s.79./

4.3 Juvan kunnanvirastotalo

Juvan kunnanvirastolla on hallinnollisten toimien lisäksi Juvantien puolella rakennusta ensimmäisessä kerroksessa toimitiloja yrityksille. Järvi-Saimaan Palveluilla on myöskin toimisto kunnanvirastotalolla. Järvi-Saimaan Palvelut toimittivat kohteesta alkuperäiset vuosilta 1979 ja 1980 peräisin olevat ilmanvaihdon työpiirrustukset.

4.3.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Juvan kunnantalon ilmanvaihdosta vastaa seitsemän tulo- ja poistoilmakonetta, jotka on yhdistetty neljäksi erilliseksi ilmanvaihtokoneeksi. Koneet on asennettu vuosien 1979 ja 1980 välillä. Kuvassa 7 näkyy myöhemmin lisätyn automatiikan mittauspisteitä. Jokainen iv-kone on varustettu lämmöntalteenotolla. Tulo- ja poistoilmakoneet 1 on varustettu levylämmönsiirtimellä, joka toimii vastavirtaperiaatteella. Lopuissa tulo- ja poistoilmakoneissa lämmöntalteenotto on varustettu 60/40 vesi-glykoli -patterijärjestelmällä. Koneiden suodattimia on vaihdettu tasaisesti yksi tai kaksi kertaa vuodessa, mutta viimeisin maininta oli toukokuulta 2015. Lähes kaikissa huoneissa oli ilmanvaihdon tulo- sekä poistopäätelaitteet.



Kuva 7. Tuloilmakoneeseen 1 2010-luvulla lisättyjä mittauslaitteita. Vasemmalla paine-eromittari lämmöntalteenoton yli ja oikealla paine-eromittari tuloilmasuodattimen yli.

4.3.2 Sisäilmastotutkimus

Mikkelin ammattikorkeakoulun opiskelijoiden vuonna 2015 sisäilmastotutkimuksessa tehdyssä käyttäjäkyselyssä yli 30 % vastanneista vastasi tuntevansa joka viikko vedontunnetta, sisäilmaongelmia, ilmanvaihdon riittämätöntä ilmaa sekä tunkkaista ilmaa. Nämä tulokset viittaavatkin hallitsemattomaan ilmanjakoon, rakenteiden läpivirtauksiin sekä puutteelliseen tuloilmavirtaan. Kyselyyn osallistuneista 81 henkilöstä 68 % tunsikin ilmanvaihdon toimivan huonosti. /25, s. 18-19./ Tutkimusryhmän mitatessa ilmavirtoja huomattiin poistoilmavirrat paljon suuremmiksi kuin tuloilmavirrat. Rakennus oli siis reilusti alipaineinen. /25, s. 41-42./

4.4 Rantasalmen kunnantalo

Rantasalmen kunnantalossa toimii kunnan hallinnollisten palveluiden lisäksi kirjasto sekä Järvi-Saimaan Palveluiden toimisto. 1990-luvun alussa rakennukseen on valmistunut suurempi peruskorjaus, jossa samalla laajennettiin rakennusta. Vuonna 2006 alakerran varatila on muutettu harrastustilaksi. Järvi-Saimaan Palvelut toimittivat työtä varten ilmanvaihdon työpiirrustukset peruskorjausvuodelta 1990 sekä säätökaaviot kaikille tuloilmakoneille.

4.4.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Rantasalmen kunnantalon ilmanvaihdosta vastaa viisi erillistä ilmanvaihtokonetta. Koneet on asennettu perusparannuksen yhteydessä vuonna 1991. Kaikissa koneissa on lämmöntalteenotto paitsi tuloilmakone 4:ssä, joka vastaa aulan ilmanvaihdosta. Koneisiin on asennettu valvonnan alakeskus (VAK) vuonna 2016 Fidelix Oy:n toimesta. Kuvassa 8 näkyy valvonnan alakeskuksen asennuksen yhteydessä lisätyt mittauspisteet. Viimeksi koneisiin oli vaihdettu suodattimet lokakuussa 2016. Lähes kaikissa huoneissa oli ilmanvaihdon tulo- ja poistopäätelaitteet.



Kuva 8. Tuloilmakone 5. Jälkeenpäin lisätyt mittauspisteet näkyvät asennettuna valkoisella johdoilla.

4.4.2 Sisäilmastotutkimus

Mikkelin ammattikorkeakoulun opiskelijoiden vuonna 2015 sisäilmastotutkimuksessa tehdyssä käyttäjäkyselyssä suurimpina ongelmina tuli ilmi riittämätön ilmanvaihto ja tunkkainen ilma, jota 24 % vastanneista koki viikoittain ja yli 70 % joskus. Liian korkeita lämpötiloja sekä vedontunnetta koki 18 % viikoittain, joista liian korkeasta lämpötilasta kärsi 71 % vastanneista joskus /26, s. 12./ Tutkimusryhmän verratessa poistoilmavirtoja rakennusmääräyskokoelman osan D2 ilmapirtojen määriin jäivät mitatut ilmapirrat pieniksi lähes aina /26, s. 22/.

4.5 Korjausvelan laskelma

Laskelmissa käytettiin kiinteistöjen arvo -laskentamallia Kunkor-mallin ollessa tarkoitettu suuremmille kokonaisuuksille.

5 LASKENNASSA AIKAANSAADUT TULOKSET

Nykyhintamenetelmällä laskettu korjausvelka, tekninen arvo ja uudisarvo ovat noin neljästä viiteen kertaa suurempia kuin uudishintalaskelmilla saadut tulokset. Tämä johtuu luultavasti niin nykyhintataulukon hyvin yleistävästä mallista kuin myös uudishintalaskelmien puutteista. Uudishintalaskelmien puutteet johtuvat

hankkeen johdon, suunnittelun ja työmaan johdon puuttuvista kustannuksista. Ilmanvaihdon erittelemisen LVI-suunnittelusta osoittautuu vaikeaksi. Työmaan sekä hankkeen johdon tehtävistä ei ole eritelty erikseen edes LVI-osiota.

Taulukko 4. Korjausvelkalaskennassa aikaansaadut tulokset eri laskentamenetelmillä

Laskentamenetelmä	Juva	Rantasalmi
Nykyhint	1 206 975 €	866 700 €
Kuntoarvio 1	132 462 €	66 700 €
Kuntoarvio 2	450 597 €	323 568 €
Kiint. Nykarvo	329 286	167 226 €

Suurin ero, jos ei oteta uudishinnan vaiheluita huomioon, oli kuntoluokkien ero. Kuvien 5 ja 6 mukaan saatu kuntoluokka oli 55 %, kun taas kiinteistöjen arvo - menetelmällä saatu kuntoluokka oli Juvalla 31 % ja Rantasalmella 29 %. Seuraavissa kappaleissa 5.1 – 5.4 käydään läpi miten on päädytty taulukossa 3 näkyviin tuloksiin.

5.1 Juvan kunnanvirasto

5.1.1 Uudishankintahinnan määrittäminen

Liitteessä 1 on laskettu Haahtelan Talonrakennuksen kustannustieto teosta hyväksikäyttäen Juvan virastotalon ilmanvaihtojärjestelmän uudishankintahintalaskelma. Uudishankintahintalaskelma sisältää Haahtelan teoksesta keskimääräiset hinnat tulo- ja poistoilmakoneille, kanavistoille, päätelaitteille sekä eristyksille. Hinta kanavistoille, päätelaitteille ja eristyksille lasketaan bruttopinta-alan mukaan, kun taas tulo- ja poistoilmakoneiden hinnat lasketaan yksitellen niiden tuottamien tilavuusvirtojen mukaan.

Uudishankintahinnaksi järjestelmälle tuli siis 628 774 € (alv. 24%). Uudishankinta on peräisin vuoden 2015 teoksesta, joten nykyaikaan se muutetaan Haahtelan omalla tarjoushintaindeksillä. Uudishankintahinnan indeksimuutos lasketaan kaavalla 9.

$$Uudishankintahinta = 628\,774\,€ \cdot \frac{79}{75} = 662\,309\,€$$

5.1.2 Kuluvien ja kulumattomien osien suhde

Uudishintaa vertaillen kulumattomille osille, eli kanaville ja päätelaitteille saatiin osuudeksi ilmanvaihtojärjestelmästä noin 31 %.

5.1.3 Tekninen arvo

Koska järjestelmä on 37 vuotta vanha, on se ylittänyt 12 vuodella teknisen käyttöikänsä, joka on 25 vuotta.

$$TNA_{järjestelmä} = 31 \% * 662\,309\text{€} = 205\,315,79\text{€}$$

Korjausten tekninen hinta lasketaan kaavalla 7. Hinta 3090 € lisätylle automatiikalle on peräisin Haahtelan talonrakennuksen kustannustieto teoksesta /23, s. 295/. Korjausten iäksi arvioin 1 vuoden, koska vuonna 2015 tehdyssä Juvan sisäilmastotutkimuksessa ehdotettiin ilmanvaihtokoneiden muuttamista paineohjatuiksi /25, s. 25/.

$$TNA_{korjaus} = \left(1 - \left(\frac{1\text{ vuotta}}{15\text{ vuotta}}\right)^2\right) * \frac{(3090\text{ €} * 7)}{1,2}$$

$$TNA_{korjaus} = 17\,945\text{€}$$

Korjausten tekninen arvo lisätään järjestelmän tekniseen arvoon kaavalla 8, jolloin saadaan koko järjestelmän tekninen arvo.

$$TNA = 205\,315,79\text{€} + 17\,945\text{€} = 223\,260,79\text{€}$$

5.1.4 Korjausvelka

Teknisellä arvolla 223 261 € ja uudishankintahinnalla 662 309 € voidaan laskea korjausvelka.

$$Korjausvastuu = 662\,309\text{€} - 223\,261\text{€} = 439\,048\text{€}$$

$$Korjausvelka = 439\,048 \text{ €} * 0,75 = 329\,286 \text{ €}$$

5.1.5 Teknisen arvon laskeminen nykyhinta-menetelmällä

Nykyarvo-menetelmän kautta voidaan laskea uudisarvosta suoraan ilmanvaihdon osuus. Taulukon 2 mukaan koneellinen ilmanvaihto kattaa 14 % koko rakennuksen hinnasta uutena ja 4% rakennuksen uudesta hinnasta 30 vuoden käytön jälkeen. Laskelmissa käytettiin nykyhintataulukkoa julkisille liikerakennuksille, koska se oli lähimpänä tarkastelukohteiden käyttötarkoitusta.

$$Uudisarvo_{koneellinen\ IV} = Uudisarvo_{rakennus} * 14\%$$

$$Uudisarvo_{koneellinen\ IV} = 16\,092\,100 \text{ €} * 0,14 = 2\,252\,984 \text{ €}$$

$$IV_{tekninen\ arvo\ 30v} = Uudisarvo_{rakennus} * 4\%$$

$$IV_{tekninen\ arvo\ 30v} = 16\,092\,100 \text{ €} * 0,04 = 643\,684 \text{ €}$$

Nykyarvomenetelmällä saadusta uudisarvosta ja teknisestä arvosta voidaan määrittää korjausvelka.

$$Korjausvastuu = 2\,252\,984 \text{ €} - 643\,684 \text{ €} = 1\,609\,300 \text{ €}$$

$$Korjausvelka = 1\,609\,300 \text{ €} * 0,75 = 1\,206\,975 \text{ €}$$

5.1.6 Korjausvelka kuntotutkimuksen avulla

Visuaalisen kuntotutkimuksen ja Mikkelin ammattikorkeakoulun oppilaiden tekemän sisäilmastotutkimuksen pohjalta luokiteltiin molempien kohteiden järjestelmät kuvan 5 perusteella kuntoluokkaan 2. Kuvan 6 avulla kuntoluokka siirrettiin prosenteiksi. Kuntoluokka kohteilla on välttävä eli 50 - 60 %. Laskennassa käytettiin 55 %.

Tekninen arvo saadaan kaavasta 3. Vertailun vuoksi käytetään uudishankinta-arvona nykyhinta-menetelmän sekä uudishankintahintalaskelmien arvoja. Eri lähteistä peräisin olevat arvot on eritelty seuraavissa laskuissa numeroilla 1 ja 2. Numero 1 on uudishankintahintalaskelmien arvo ja numero 2 on peräisin nykyhinta-menetelmästä.

$$TeknA_1 = 662\,309 \text{ €} * 55 \% = 364\,269,95 \text{ €}$$

$$TeknA_2 = 2\,252\,984 \text{ €} * 55 \% = 1\,239\,141,2 \text{ €}$$

$$Korjausvelka_1 = (662\,309 \text{ €} * 75\%) - 364\,269,95 \text{ €} = 132\,461,8 \text{ €}$$

$$Korjausvelka_2 = (2\,252\,984 \text{ €} * 75\%) - 1\,239\,141,2 \text{ €} = 450\,596,8 \text{ €}$$

5.2 Rantasalmen kunnantalo

5.2.1 Uudishankintahinnan määrittäminen

Uudishinnan laskenta toteutettiin samalla tavalla kuin Juvan tapauksessa. Laskelmat ovat liitteessä 2. Uudishankintahinta Rantasalmen kunnan järjestelmille on 316 615 €.

$$Uudishankintahinta = 316\,615 \text{ €} * \frac{79}{75} = 333\,501 \text{ €}$$

Ottamalla indeksi huomioon saadaan hinnaksi 333 501 €.

5.2.2 Kuluvien ja kulumattomien osien suhde

Uudishinnan laskennassa on huomioitu myös kulumattomien osien määrä koko hankkeen hinnasta. Tässä tapauksessa se on 29 %.

5.2.3 Tekninen arvo

IV-koneen osien teknisen käyttöiän ollessa 25 vuotta on käyttöikä mennyt 27 vuotiaalla iv-koneella jo umpeen.

$$TNA_{järjestelmä} = 29 \% * 333\,501\text{€} = 96\,715\text{€}$$

Viime vuonna asennettujen valvonta-alakeskuksien tekninen käyttöikä on 15 vuotta ja uusi hankintahinta on jo aiemmin määritetty 3090 €.

$$TNA_{korjaus} = \left(1 - \left(\frac{1\text{ vuotta}}{15\text{ vuotta}}\right)^2\right) * \frac{(3090\text{ €} * 5)}{1,2}$$

$$TNA_{korjaus} = 12\,818\text{€}$$

Koko järjestelmän tekninen arvo on siis

$$TNA = 96\,715\text{€} + 12\,818\text{€} = 109\,533\text{€}$$

5.2.4 Korjausvelka

Teknisellä arvolla 109 533 € ja uudishankintahinnalla 333 501 € voidaan laskea korjausvelka.

$$Korjausvastuu = 333\,501\text{€} - 109\,533\text{€} = 223\,968\text{€}$$

$$Korjausvelka = 223\,968\text{€} * 0,75 = 167\,976\text{€}$$

5.2.5 Nykyhinta-menetelmällä teknisen arvon ja korjausvelan laskeminen

Laskut toteutettiin samoin kuin Juvan kohteessa.

$$Uudisarvo_{koneellinen\ IV} = Uudisarvo_{rakennus} * 14\%$$

$$Uudisarvo_{koneellinen\ IV} = 11\,556\,000\text{€} * 0,14 = 1\,617\,840\text{€}$$

$$IV_{tekninen\ arvo\ 30v} = Uudisarvo_{rakennus} * 4\%$$

$$IV_{tekninen\ arvo\ 30v} = 11\,556\,000 * 0,04 = 462\,240\text{€}$$

Nykyarvomenetelmällä saadusta uudisarvosta ja teknisestä arvosta voidaan määrittää korjausvelka.

$$\text{Korjausvastuu} = 1\,617\,840\text{€} - 462\,240\text{€} = 1\,155\,600\text{€}$$

$$\text{Korjausvelka} = 1\,155\,600\text{€} * 0,75 = 866\,700\text{€}$$

5.2.6 Korjausvelka kuntotutkimuksen avulla

Laskenta tapahtuu samoin kuin Juvan kohteessa.

Tekninen arvo saadaan kaavasta 3. Vertailun vuoksi käytetään uudishankinta-arvona nykyhinta-menetelmän sekä uudishankintahintalaskelmien arvoja.

$$\text{Tekn}A_1 = 333\,501\text{€} * 55\% = 183\,425,55\text{€}$$

$$\text{Tekn}A_2 = 1\,617\,840 * 55\% = 889\,812\text{€}$$

$$\text{Korjausvelka}_1 = (333\,501\text{€} * 75\%) - 183\,425,55\text{€} = 66\,700,2\text{€}$$

$$\text{Korjausvelka}_2 = (1\,617\,840 * 75\%) - 889\,812\text{€} = 323\,568\text{€}$$

5.3 Korjausvelkalaskelmien käyttö

Korjausvelkalaskelmien käyttö oli helppoa. Tarkemmilla arvoilla laskenta kunnan toimesta voisi olla nopeaa ja sillä saisi nopeasti kuvan järjestelmien korjaustarpeesta.

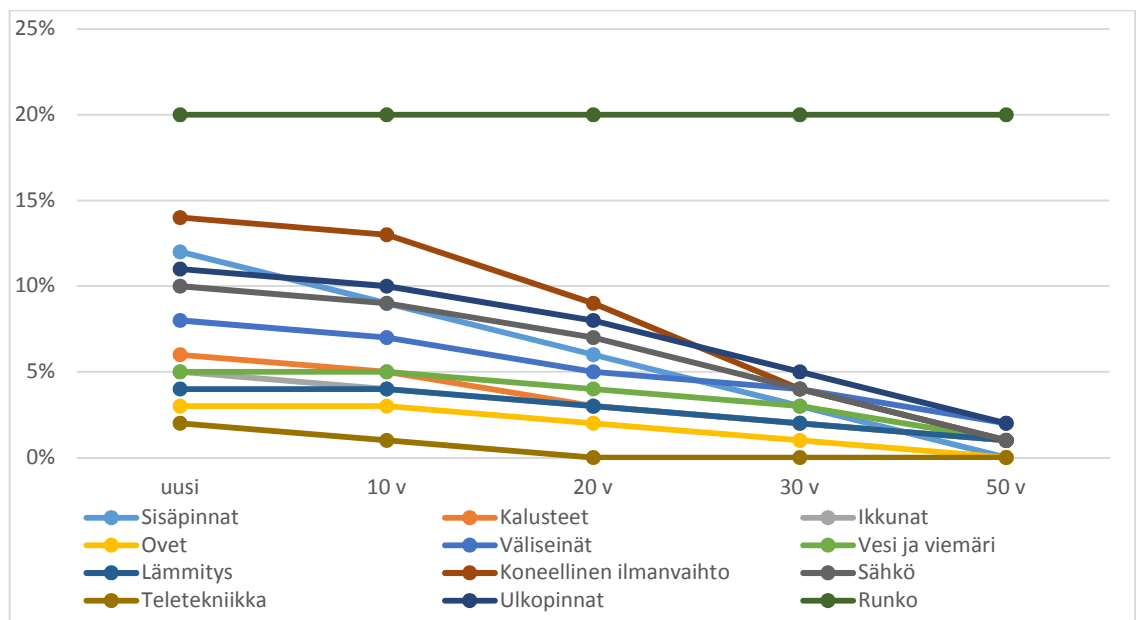
Laskelmat toivat esille yli 50 % järjestelmän uudishinnasta olevaa korjausvelkaa.

Molempien kohteiden ilmanvaihtojärjestelmien ollessa teknisen käyttöikänsä päässä laskut yksinkertaistuivat ja laskuissa ei otettu huomioon kuluva osuutta, joka nostaa korjausvelan määrää.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Teknisen käyttöiän ja kulumisen osalta kokonaiseen rakennukseen verrattaessa ilmanvaihtojärjestelmä on kohtuullisen yksinkertainen. Mahdollisesti tästä syystä ilmanvaihdon korjauvelkalaskelmat eivät ole yhtä tarpeellisia kuin rakennusten korjausvelkalaskelmat. Korjausvelkalaskelmien ollessa parhaita suurien rakennusjoukkojen tutkiskeluun ne eivät välttämättä ole optimaalisia yksittäisten järjestelmien tutkimiseen. Ilmanvaihtojärjestelmän kuluvien osien määrä ei ole suuri, ja ne pääosin sijaitsevat ilmajaikoneissa ja kuluvat samaa tahtia, kun taas rakennukseen kuuluvat kaikki rakennuksen järjestelmät ja rakenteet, jotka kuluvat eri tahtia.

Kuva 9 havainnollistaa hyvin kuinka rakennuksen eri osien kunto laskee ajan kuluessa eri tahtia. Esimerkiksi teletekniikka on täysin loppuun kulunut 20 vuoden jälkeen, kun taas ulkopinnat ja väliseinät ovat vielä kahdessa prosentissa 50 vuoden jälkeen. Kuvassa runko on laskettu kulumattomaksi osaksi. Ilmanvaihto ja-kaantuisi kahteen käyrään, toisen ollessa kulumattomat osat ja toisen kaikki muut järjestelmän osat. Kaikki kuluvat osat kuluisivat samaa tahtia.



Kuva 9. Rakennuksen osien kuluminen nykyhintataulukon mukaan /23, s.185/.

6.1 Luotettavuus

Laskelmien tulokset vaihtelevat paljon. Juvan kohteessa vaihtelua oli 132 462 eurosta aina 1,2 miljoonaan euroon ja Rantasalmen kohteessa 866 700 eurosta 66 700 euroon. Ongelmana laskelmien tarkkuudessa on, että käsitellessä pienempiä hintoja laskelmien ja arvioiden tarkkuus huononee suhteessa hintaan. Nykyhintataulukko ei ole kovin tarkka. Korjausvelka tukeutuu paljon tekniseen käyttöikään, joka ei erottele tarkasti eri järjestelmien rasisluokkia muuten kuin käyttöajan perusteella.

6.2 Jatkokehitysideoita

Tutkimuksen tekovaiheessa käytössä olleessa Haahtelan teoksessa Talonrakennuksen kustannustieto 2012:ssa oli nykyhintataulukot vain kolmelle rakennustyyppille, julkisille liikerakennuksille, hallirakennuksille sekä asuinrakennuksille. Laajempi valikoima nykyhintataulukoita erilaisille kohteille tuottaisi tarkempia tuloksia sen käytössä. Nykyhintataulukossa voitaisiin myös kasvattaa tarkkuutta lisäämällä enemmän vuosivälejä rakennuksen osien iälle.

Korjausvelkaa varten tehtyyn kuntoarvioon optimoitu pohja helpottaisi vertailua eri kohteiden välillä. Lisätutkimuksina voisi vertailla tarkkoja urakkahintoja korjausvelan laskukaavoilla saatuihin hintoihin.

6.3 Toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneiden ollessa teknisen käyttöikänsä päässä olisi ne hyvä uusia. Kanavistoja ei tarvitse uusia. Ilmanvaihtokoneiden uusiminen on ajankohtaista Juvalla kuin Rantasalmella. Juvan ilmanvaihtokoneet ovat 10 vuotta vanhempia kuin Rantasalmen järjestelmät. Rantasalmelle viime vuonna asennettu valvonnan alakeskus tuo lisää käyttöarvoa järjestelmälle.

LÄHTEET

1. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Rotiraportti 2015. PDF-dokumentti. [Viitattu 27.2.2017]
2. Rakennusteollisuus.fi. Korjausvelka. WWW-dokumentti. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Korjausrakentaminen1/Korjausvelka/>. [Viitattu 30.2.2017]
3. Järvi-Saimaan Palvelut Oy. Yritys. WWW-dokumentti. <http://www.jarvisaimaanpalvelut.fi/yritys>. [Viitattu 30.2.2017]
4. Holopainen, R., Pasanen, P., Railio, J., Säteri, J. & Virranta, P. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus. Helsinki: Opetushallitus. 2012.
5. Sisäilmayhdistys. Ilmanvaihdon perusteet. WWW-dokumentti. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>. [Viitattu 7.3.2017]
6. Seppänen, O. & Seppänen, M. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Helsinki: Sisäilmayhdistys Ry. 1996.
7. Ympäristöministeriö. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: 2012
8. Harju, P. Ilmastointitekniikan oppikirja 1. Anjalankoski: Penan Tieto-Opus Ky. 2008.
9. Seppänen, O. Ilmastoinnin suunnittelu. Forssa: Suomen LVI-liitto ry. 2004.
10. Harju, P. Ilmastointitekniikan oppikirja 2. Anjalankoski: Penan Tieto-Opus Ky. 2008.
11. Säteri, J. Käytännön ilmanvaihto. Jyväskylä: Suomen LVI-liitto ry. 2001.
12. Sisäilmastoyhdistys. Sisäilmastoluokitus 2008. Rakennustieto Oy. PDF-dokumentti. [Viitattu 21.2.2017]
13. Harju, P. & Matilainen, V. LVI-tekniikka korjausrakentaminen. Vantaa: Opetushallitus., Suomen LVI-liitto ry. 2001
14. Ympäristöministeriö. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: 2012
15. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Rotiraportti 2011. PDF-dokumentti. [Viitattu 21.2.2017]

16. Isoniemi, H. Trellum korjausvelka indeksi 2015. PDF-dokumentti. [Viitattu 2.4.2017]
17. Korhonen, E. & Niemi, J. Harkittua omistajuutta toimitiloihin. E-kirja. Helsinki: Suomen Kuntaliitto. 2016.
18. Lakka, J., Rämä, J. & Torvinen, V. Kiinteistöjen korjausvelan selvittäminen. Raportti. Mikkelin ammattikorkeakoulu. 2016.
19. Rakennustieto Oy. LVI 01-10424 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. PDF-dokumentti. [Viitattu 3.4.2017]
20. Nippala, E., Vainio, T. & Nuuttila, H. Rakennustyyppikohtainen peruskorjaustarpeen arviointi kuntien rakennuksissa. E-kirja. Helsinki: Suomen Kuntaliitto. 2006.
21. Kansonen, H. Kiinteistöjen arvon laskentamallin käyttötarkasteluja VAV Asunnot Oy:llä. Metropolia ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. 2015.
22. Isoniemi, H. Trellum kunnan korjausvelka haltuun ½. Powerpoint-esitys. Trellum Consulting Oy. 2016
23. Haahtela, Y. & Kiiras, J. Haahtela Talonrakennuksen kustannustieto 2012. Helsinki: Haahtela-Kehitys Oy. 2012.
24. Rakennustieto Oy. Kiinteistöjen kuntoarvio. Helsinki: Rakennustieto Oy. 2014.
25. Sairanen, M., Pulkkinen, S. & Piironen, P. Kiinteistöjen sisäilmakartoitukset Juuan kunnan alueella. Raportti. Mikkelin ammattikorkeakoulu. 2015
26. Heikari, L., Hassinen, S. & Berg, A. Sisäilmastoselvitykset Rantasalmen virastotalossa ja terveystalossa. Raportti. Mikkelin ammattikorkeakoulu 2015.

Juvan virastotalon ilmanvaihtojärjestelmän jälleenhankintalaskelma.

Juva				
		Tilavuusvirta m ³ /s		hinta
		+	-	€
	TK1	1,042	-	4680
	TK2	1,054	-	4680
	TK3	1,162	-	4680
	TK4	1,004	-	4680
	TK5	1,396	-	4680
	TK6	2,124	-	5950
	TK7	0,89	-	3640
	PK1	-	0,964	2340
	PK2	-	0,9	2340
	PK3	-	1,092	2850
	PK4	-	0,914	2340
	PK5	-	1,268	2850
	PK6	-	1,932	3880
	PK7	-	0,89	2340
	LTO1&2	2,22	2	13900
	LTO3&4	2,4	2,18	13900
	LTO5&6	3,02	2,83	16000
	LTO7	1,042	0,964	5390
	Tulot yht	8,67		
	Poistot yht		7,96	
Kanavistot		brm ²	€/brm ²	
	Tulo	8105	9,6	77808
	Poisto	8105	2,3	18641,5
Päätelaitteet		brm ²	€/brm ²	
	Tulo	8105	5,3	42956,5
	Poisto	8105	2,3	18641,5
Eristykset				
	Tulo	8105	13	105365
	Poisto	8105	13	105365
Työt				
	Kon. Tulo	5549	5,4	29964,6
	Kon. Poist.	5549	1,3	7213,7
		Yht. € alv 0%		507076
		Yht. € alv 24%		628773,992
		Kulumattomat	Osuus	
		158047,5		31 %

Rantasalmen kunnanvirastotalon ilmavaihtojärjestelmän jälleenhankintalaskelma.

Rantasalmi				
		Tilavuusvirta		€
		+	-	
	TK1	1,3	-	4680
	TK2	0,915	-	3640
	TK3	1	-	4680
	TK4	0,62	-	4680
	TK5	1,184	-	4680
	PK1	-	1,3	2850
	PK2	-	0,915	2340
	PK3	-	1	2850
	PK4	-	0,62	2340
	PK5	-	1,184	2850
	LTO1	1,3	1,3	5390
	LTO2	0,915	0,915	3980
	LTO3	1	1	5390
	LTO4	1,184	1,184	5390
	Tulot yht	5,02		
	Poistot yht		9,418	
Kanavistot		brm ²	€/brm ²	
	Tulo	3985	9,6	38256
	Poisto	3985	2,3	9165,5
Päätelaitteet		brm ²	€/brm ²	
	Tulo	3985	5,3	21120,5
	Poisto	3985	2,3	9165,5
Eristykset				
	Tulo	3985	13	51805
	Poisto	3985	13	51805
Työt				
	Kon. Tulo	2728	5,4	14731,2
	Kon. Poist	2728	1,3	3546,4
		Yht. € alv 0%		255335
		Yht. € alv 24%		316615,5
		Kulumattomat		Osuus
		77707,5		30 %